

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-031522

(43)Date of publication of application : 04.02.1997

(51)Int.Cl.

C21C 7/00

C22C 38/00

C22C 38/60

(21)Application number : 07-207656

(71)Applicant : DAIDO STEEL CO LTD

(22)Date of filing : 21.07.1995

(72)Inventor : MORI KOJI  
SAKATA MASAFUMI

## (54) PRODUCTION OF LOW CARBON/SULFUR BASE FREE CUTTING STEEL

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To control an oxygen level in a steel to the optimum and to effectively increase the machinability of the steel without adding Si and Al as deoxidizers forming hard oxides in the steel at the time of producing a low carbon/sulfur base free cutting steel.

SOLUTION: A low carbon/sulfur base free cutting steel having chemical components contg., by weight, 0.02 to 0.15% C, 0.5 to 2.0% Mn, 0.03 to 0.15% P and 0.03 to 0.50% S and furthermore contg.  $\leq 0.01\%$  Si and  $\leq 0.01\%$  Al is produced. At this time, the content of MnO in the slag and the content of Mn in the steel are controlled, by which the content of O in the steel is regulated to 100 to 200ppm.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-31522

(43) 公開日 平成9年(1997) 2月4日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 1 C 7/00			C 2 1 C 7/00	D J
C 2 2 C 38/00 38/60	3 0 1		C 2 2 C 38/00 38/60	3 0 1 M

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平7-207656

(22) 出願日 平成7年(1995) 7月21日

(71) 出願人 000003713

大同特殊鋼株式会社

愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号

(72) 発明者 森 広司

愛知県知多市にしのみち3-13-15

(72) 発明者 坂田 雅史

愛知県東海市加木屋町南鹿持18

(74) 代理人 弁理士 吉田 和夫

(54) 【発明の名称】 低炭素硫黄系快削鋼の製造方法

(57) 【要約】

【解決課題】 低炭素硫黄系快削鋼を製造するに当り、鋼中に硬い酸化物を生成させる脱酸剤 Si, Al を添加することなく鋼中の酸素レベルを適正なレベルである 100~200 ppm にコントロールし、鋼材の被削性を効果的に高めることを目的とする。

【解決手段】 化学成分 C, Mn, P, S をそれぞれ重量 % で、C : 0.02~0.15%, Mn : 0.5~2.0%, P : 0.03~0.15%, S : 0.03~0.50% とし、更に Si 及び Al を、Si :  $\leq 0.01\%$ , Al :  $\leq 0.01\%$  とした低炭素硫黄系快削鋼を製造するに当り、スラグ中の MnO 量と鋼中の Mn 量を制御することによって、鋼中の O 量が 100~200 ppm となるようにする。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 化学成分C, Mn, P, Sをそれぞれ重量%で、

C : 0.02~0.15%

Mn : 0.5~2.0%

P : 0.03~0.15%

S : 0.03~0.50%

とし、更にSi及びAlを、

Si :  $\leq 0.01\%$

Al :  $\leq 0.01\%$

となした低炭素硫黄系快削鋼を製造するに当り、スラグ中のMnOと鋼中のMn量を制御することによって、鋼中のO量を調整することを特徴とする低炭素硫黄系快削鋼の製造方法。

【請求項2】 請求項1において、前記鋼中のOを重量%で0.0100~0.0200%に調整することを特徴とする低炭素硫黄系快削鋼の製造方法。

【請求項3】 請求項1又は2において、前記低炭素硫黄系快削鋼がPbを0.05~0.40%の範囲で含有したものであることを特徴とする低炭素硫黄系快削鋼の製造方法。

【請求項4】 請求項1, 2又は3において、前記低炭素硫黄系快削鋼を連続铸造によって製造することを特徴とする低炭素硫黄系快削鋼の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は低炭素硫黄系快削鋼の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】 近時、諸工業の大量生産方式に伴って鋼材の被削性が大きな問題となっており、切削加工の合理化、高能率化及び部品の仕上げ精度の向上が求められている。特に工作機械の自動化の普及により、鋼材の被削性の改善が強く求められるようになってきている。

【0003】 鋼材に被削性を与える方法として、快削性元素としてのSやPbを鋼に添加することが行われる。しかしながら鋼にSを添加した場合において、被削性の向上の程度は鋼中の硫化物の形態によって左右され、更にその硫化物の形態は鋼中の酸素によって影響を受けるとされている。即ち、鋼中の酸素が多いと硫化物の径が大きくなり、鋼材の被削性が向上するものと考えられている。

【0004】 これは、鋼の凝固時に鋼中で硫化物が析出するとき鋼中の酸化物がその核となって硫化物の析出に関与していることによるものと考えられており、酸素が多い方がより大きな径の硫化物が析出するとされている。つまり、酸素の存在によって大きな硫化物が生成し、これにより工具の摩耗量が少なくなる。この意味においては、鋼中の酸素は鋼材の被削性に対して好影響を

与えていることになる。

【0005】 一方において鋼中の酸素が多いと鋼中に多くの酸化物が生成し、而してその酸化物は硬いものであって、その酸化物自身が工具摩耗を促進する方向に作用する。即ち、全体として見れば鋼中の酸素は鋼材の被削性に対して好影響と悪影響とを与えるもので、快削鋼を製造するに当っては鋼中の酸素をどのようにコントロールするかが大きな問題となる。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本願の発明はこのような課題を解決するためになされたものである。而して本願の発明は、化学成分C, Mn, P, Sをそれぞれ重量%で、C : 0.02~0.15%、Mn : 0.5~2.0%、P : 0.03~0.15%、S : 0.03~0.50%とし、更にSi及びAlを、Si :  $\leq 0.01\%$ 、Al :  $\leq 0.01\%$ となした低炭素硫黄系快削鋼を製造するに当り、スラグ中のMnOと鋼中のMn量を制御することによって、鋼中のO量を調整することを特徴とする。

## 【0007】

【作用及び発明の効果】 上記のように鋼材の被削性を改善するためには鋼中の酸素量を調整することが必要である。鋼中の酸素量を調整する手段として、鋼材の製造に際してSi, Al等の脱酸剤を用いることが有用な手段であるが、この場合、鋼中にSi, Alの酸化物が介在物として多く含有されるようになる。而してSi, Alの酸化物は硬いものであって、それらの介在物は鋼材の被削性を損なう要因となる。

【0008】 そこで本発明では鋼中のSi, Alをできるだけ少なくし、そしてスラグ中のMnO及び鋼中のMn量を制御することによって、鋼中の酸素量を調整するようにした。

【0009】 このような本発明は次のような知見に基づいてなされたものである。本発明者等は、鋼中の酸素量を調整する手段を得べく、種々の鋼中酸素量の下で、その酸素量と硫化物(MnS)径との関係、硫化物(MnS)径と工具摩耗量との関係、更に酸素含有量と工具摩耗量との関係等について研究を行った。図1、図2、図3はこれらの関係を示したもので、このうち図1は鋼材横断面における硫化物平均径と工具摩耗量との関係を、図2は酸素含有量と硫化物径との関係を、図3は酸素含有量と工具摩耗量との関係をそれぞれ示している。

【0010】 これらの結果に明らかに現れているように、酸素の含有量が多くなると硫化物径が大きくなり、また硫化物径が大きくなると工具摩耗量が少なくなること、更に単純に酸素の含有量を多くした場合工具摩耗量が増大することを確認した。即ち酸素の含有は鋼材の被削性に対して好影響と悪影響とを及ぼし、従って鋼材の被削性から見た場合適正な酸素含有量というものが存在する。

【0011】そして本発明者等は、これらの結果をもとに鋼中の酸素量としては100～200ppmが良好であること、望ましくは120～180ppmとするのが良いとの知見を得た。

【0012】一方、脱酸剤としてのSi、Alを添加しない本発明の鋼種において、鋼中の酸素含有量に影響を与える因子を求めるべく種々の鋼材製造実験を行い、そしてその中でスラグ中のMnO量及び鋼中のMn量と酸素含有量との間に一定の関係が存在することを見出した。

【0013】本発明はこのような知見に基づいてなされたもので、スラグ中のMnO量及び鋼中のMn量を制御することで、鋼中酸素量を調整することを骨子とするものであり、かかる本発明によれば、鋼中の酸化物の増大による被削性低下を引き起こさなく酸素含有量を適正レベルまで低下させ得て、鋼材の被削性を効果的に高め得る効果を奏する。

【0014】上述のように鋼中の酸素量は硫化物径、酸化物の影響による被削性低下の何れにも関係しており、それらのバランス上、酸素量としては100～200ppmが適正なレベルである。酸素含有量をこの範囲に抑えることによって鋼材の被削性を効果的に高めることができる。より望ましい範囲は120～180ppmである。

【0015】本発明においては、被削成分としてPbを0.05～0.40の範囲で含有させることができ、また casting 方法としては連続 casting を採用するのが望ましい。

【0016】連続 casting の場合、インゴット casting に較べて化学組成の変動が少なく、従って切削加工の安定操業にとって有利である反面、インゴット casting と比較して溶鋼の凝固速度が大きいためにマンガン硫化物が大きく成長し難いが、本発明によれば硫化物径を大きくし得て被削性能を効果的に高めることができる。

【0017】次に本発明における各化学成分の限定理由を詳述する。

C: 0.02～0.15%

Cは良好な切削仕上げ面を得るために下限を0.02%とする必要がある。一方0.15%を超えると被削性能が低下するので含有量を0.15%以下とする必要がある。

表 1

水 準	1	2	3
(%MnO)	7	15	22
NMnO	0.07	0.13	0.19
塩基度	0.7	1.2	1.7

$$\text{塩基度} = (\% \text{CaO} + \% \text{MgO}) / (\% \text{SiO}_2 + \% \text{Al}_2\text{O}_3)$$

【0025】尚、溶解試験は全部で3（塩基度）×3（MnO量）=9（回）（9チャージ）行った。その結

る。

【0018】Mn: 0.5～2.0%

MnはSと反応して鋼中で切削時の切屑の分断作用をなすMnSを生成するもので、0.5%以上必要である。しかしながら2.0%を超えて含有させると鋼の硬さを大きくし、却って被削性能を低下させるので上限を2.0%とした。

【0019】P: 0.03～0.15%

Pは仕上げ面粗さを改善するために0.03%以上とし、また鋼の機械的性質を損なわないように0.15%以下とする必要がある。より望ましい範囲は0.05～0.10%である。

【0020】S: 0.03～0.50%

Sは鋼の被削性を改善するために必須の成分となるもので、その良好な被削性を確保するために0.03%以上含有させる必要がある。しかしながら0.50%を超えて含有させると鋼の冷間加工性を低下させるため、0.50%以下に抑制する必要がある。望ましいSの範囲は0.04～0.50%である。

【0021】Si: ≤0.01%

Al: ≤0.01%

これらSi、Alの酸化物は鋼中にあって硬い介在物となって工具寿命を低下させる要因となる。そこで本発明ではこれらSi、Alをそれぞれ0.01%以下に規制する。Siのより望ましい範囲は0.005%以下である。

【0022】Pb: 0.05～0.40%

Pbは被削性を向上させるための基本元素であり、0.05%未満ではその効果は少なく、0.40%を超える熱間加工性が悪化する。

【0023】

【実施例】次に本発明の実施例を以下に詳述する。溶解炉にて造滓材2.5kgを加えて溶鋼50kgの量で溶解を行い、その際にスラグにおけるMnO量、塩基度を表1に示す値で種々変化させ、鋼中の酸素含有量を求めた。

【0024】

【表1】

果が成分組成とともに表2に示してある。

【0026】

【表 2】

表 2

(wt%)

水	溶	C	Si	Mn	P	S	Pb	Cu	Ni	Cr	O (ppm)	(%MnO)	塩基度	計算値 O (ppm)
1	R5207	0.081	<0.01	0.92	0.061	0.367	—	0.14	0.06	0.14	105	14.4	0.95	119
2	R5208	0.081	<0.01	0.92	0.061	0.367	—	0.13	0.06	0.15	109	18.4	0.92	128
3	R5209	0.081	<0.01	0.91	0.061	0.306	—	0.13	0.06	0.12	126	21.9	0.81	137
4	R5210	0.110	<0.01	0.99	0.061	0.306	—	0.13	0.06	0.12	95	10.8	1.39	99
5	R5211	0.056	<0.01	1.06	0.056	0.352	—	0.13	0.07	0.15	93	14.9	1.22	99
6	R5212	0.101	<0.01	0.86	0.062	0.306	—	0.13	0.06	0.14	153	21.3	1.22	142
7	R5213	0.126	<0.01	0.93	0.055	0.328	0.25	0.13	0.06	0.13	115	10.6	1.44	110
8	R5214	0.097	<0.01	0.99	0.060	0.331	0.25	0.13	0.06	0.14	118	13.6	1.48	108
9	R5215	0.088	<0.01	0.99	0.063	0.314	—	0.13	0.06	0.14	128	17.3	1.41	114

【0027】図4はスラグ中のNMnO (MnOのモル比)と鋼中の酸素量との関係を示したもので、図に示しているようにMnO量と鋼中酸素量とは比例関係にあることが分かる。尚、図中の9個のプロット点は、塩基度を0.7, 1.2, 1.7の3段階に変化させた場合において、各塩基度ごとに分けることなくそのままNMnO

$$\text{鋼中酸素量 (ppm)} = 268 \times \text{NMnO} - 144 \times \text{Mn} (\%) + 218 \cdots [\text{数1}]$$

【0029】またこの式の相関係数を求めたところ  $r$  (相関係数) = 0.89であり、それらの間に良好な相関関係のあることが判明した。この結果から、スラグ組成 (NMnO) 及び鋼中のMn量を制御することにより、鋼中酸素量のコントロールが可能であることが分かる。

【0030】以上本発明の実施例を詳述したがこれはあくまで一例示であり、本発明はその主旨を逸脱しない範囲において種々変更を加えた態様で実施可能である。

【図面の簡単な説明】

と酸素量との関係をプロットしたものである。

【0028】この結果から、鋼中酸素量に影響を与える因子としてスラグ中のMnO及び鋼中のMn量を取り出し、それらの関係を求めたところ次式【数1】が得られた。

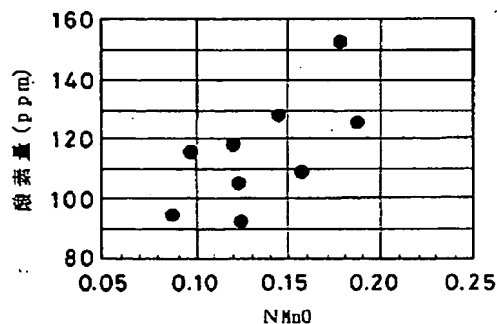
【図1】硫化物平均径と工具寿命との関係を表わす図である。

【図2】鋼中酸素量と硫化物径との関係を表わす図である。

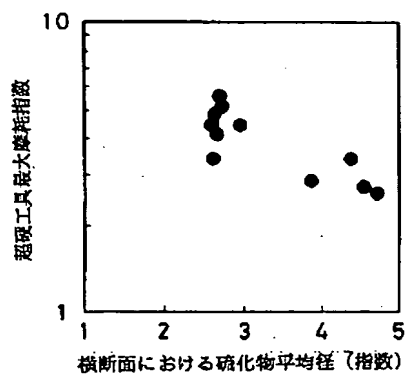
【図3】鋼中酸素量と工具摩耗量との関係を表わす図である。

【図4】スラグ中のMnO量と鋼中酸素量との関係を表わす図である。

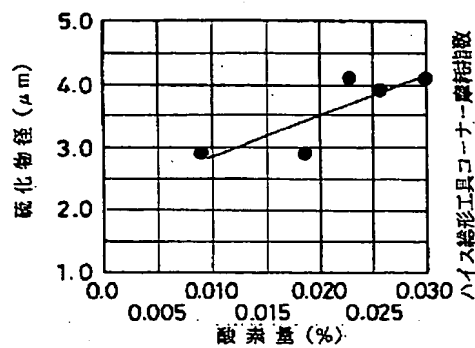
【図 4】



【図1】



【図2】



【図3】

